



(19) BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES

PATENT- UND  
MARKENAMT

(12) **Offenlegungsschrift**  
(10) **DE 197 43 440 A 1**

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>:

**G 01 T 1/16**

G 01 T 1/29

G 01 T 1/202

A 61 B 6/00

(21) Aktenzeichen: 197 43 440.1

(22) Anmeldetag: 1. 10. 97

(43) Offenlegungstag: 8. 4. 99

(71) Anmelder:

Gerber, Thomas, Prof. Dr., 18059 Papendorf, DE;  
Stachs, Oliver, Dr., 18069 Rostock, DE; Schümichen,  
Carl, Prof. Dr., 18057 Rostock, DE

(72) Erfinder:

gleich Anmelder

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
zu ziehende Druckschriften:

DE	29 34 665 A1
FR	25 30 035 A1
US	52 08 459
US	49 44 026
EP	07 92 060 A1
EP	02 15 681 A1
JP	1- 88 176 A

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Zweidimensionaler Detektor für hochenergetische Gamma- und Röntgenstrahlung

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen zweidimensionalen Strahlendetektor zum Messen von Gammastrahlung und hochenergetischer Röntgenstrahlung unter Nutzung eines photolumineszierenden Materials, der in Verbindung mit einem Kollimatorsystem und einer entsprechenden Ausleseeinrichtung in der Lage ist, in einfacher direkter Weise die zwei- bzw. dreidimensionale Aktivitätsverteilung dieser Strahlenquellen zu ermitteln.

Bei derartigen Diagnostikeinrichtungen ist der Kollimator in Verbindung mit der Signalverarbeitungseinrichtung die die Qualität einer Aufnahme bestimmende Komponente. Durch die Auswahl des Kollimators (Lochdurchmesser (1), Septendicke (2), Septenlänge (3)) wird die Abbildungsgüte (Ortsauflösung, Signal/Rausch Verhältnis) festgelegt. Ein Kollimator mit hoher Ortsauflösung besitzt eine verminderte Empfindlichkeit, verbunden mit einem schlechten Signal/Rausch Verhältnis, und ein Kollimator mit einer hohen Empfindlichkeit hat eine schlechte Ortsauflösung. Die Idealvorstellung eines Abbildungssystems ist eine Diagnostikeinrichtung mit hoher Ortsauflösung verbunden mit einer hohen Empfindlichkeit. Da die Ortsauflösung direkt mit dem Lochdurchmesser des Kollimatorsystems korreliert, ist es notwendig, das informationsdetektierenden bzw. -speichernden Mediums derartig anzurichten, daß eine hohe Quantenwechselwirkung auftritt. Voraussetzung für die Nutzung der hohen Ortsauflösung eines Kollimators ist, daß die Ortsauflösung des informationsdetektierenden bzw. -speichernden Mediums und der informationsleitenden Einrichtung nicht schlechter als das Auflösungsvermögen des Kollimators ist.

Herkömmliche Meßeinrichtungen zum Messen von Gammastrahlung und hochenergetischer Röntgenstrahlung nutzen das Verfahren, bei welchen ein Leuchtstoff- oder Szintillatormaterial der Strahlungsquelle ausgesetzt wird, diese angeregt und die Information durch entsprechende Wandlereinrichtungen aufbereitet wird (DE-OS 32 42 663, EP-0 416 147, JP 62-76478, US 4 694 177). Allen diesen Erfundenen ist gemeinsam, daß Probleme des Wirkungsgrades, des Signal/Rausch Verhältnisses und der geringen Ortsauflösung auftreten. Nur mittels aufwendiger Konstruktionen ist es möglich, dieses Problem ansatzweise zu lösen (DE 195 21 136).

Die genannten Anforderungen einer hohen Ortsauflösung verbunden mit einer entsprechenden Empfindlichkeit bei einfacher Handhabung werden durch die Erfindung erfüllt. Ein weiterer wesentlicher Vorteil der Erfindung ist die einfache kostengünstige Herstellung der Abbildungseinrichtung unabhängig von aufwendiger kostenintensiver Auswerteelektronik (Signalverarbeitungseinrichtung).

Die Erfindung wird nachstehend anhand von Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen

**Abb. 1** die Skizze einer ersten Meßeinrichtung und

**Abb. 2** die Skizze einer zweiten Meßeinrichtung.

In den **Abb. 1** und **2** ist mit **4** ein Kollimatorsystem gekennzeichnet, wobei es sich hier sowohl um Lamellenkollimatoren als auch um massive Kollimatoren mit beliebiger Lochform handeln kann, das in der vom Strahlungsquelle (**6**) abgewandten Seite mit einem für Gammastrahlung und hochenergetischer Röntgenstrahlung sensitiven Material, in den **Abb. 1** und **2** mit **5** gekennzeichnet, gefüllt ist. Das Verhältnis von gefülltem (x) zu ungefülltem (y) Kollimator ist 1 zu 3, wobei dieses Verhältnis nicht als zwingend angesehen wird. Der Wert von x hängt von der Energie der zu registrierenden Strahlung ab und y bestimmt in Kombination mit dem Lochdurchmesser (**1**) die Ortsauflösung. Bei dem in den **Abb. 1** und **2** mit **5** gekennzeichnetem Material handelt

es sich um ein akkumulationsfähiges Speichermedium, wobei der Effekt der Photolumineszenz ausgenutzt wird.

Wird das sensitive Material in Form einer imaging plate (CHEMISTRY TODAY, October 1989, pp 29–36) verwendet, ist die Empfindlichkeit für hochenergetische Röntgenstrahlung und Gammastrahlung zu gering. Bei Vergrößerung der Schichtdicke geht die Ortsauflösung verloren, so daß kein Vorteil gegenüber gewöhnlicher Gammakameras besteht. Die Erfindung löst dieses Problem. Durch die Anordnung des photolumineszierenden Materials (**5**) in den Kollimatorschächten ist die Ortsauflösung unabhängig von der Materialdicke.

Beim Speichermedium handelt es sich um Kristallphosphore, die in einem lichtdurchlässigen Medium vorrangig gleicher Brechzahl eingebettet sind.

Das in den Kollimatorschächten befindliche sensitive Material ist in der Lage die von den Strahlungsquellen ausgehende Information zu akkumulieren und zu speichern. Das Auslesen der im sensitiven Material gespeicherten Information erfolgt in einer Leseeinrichtung, vorzugsweise durch Abtasten der Oberfläche der Abbildungseinrichtung durch einen Laser, wodurch das sensitive Material Lumineszenzstrahlung in Abhängigkeit von der aufgezeichneten Intensität emittiert, die elektronisch ausgewertet der Aktivitätsverteilung der Strahlungsquelle entspricht. Hierbei muß der Laser auf das Septenraster abgestimmt sein, da der Laser immer nur in einem Kollimatorschacht gleichzeitig die Lumineszenz auslösen darf. Die Wände (**7**) des in den **Abb. 1** und **2** mit **4** gekennzeichneten Kollimators und die der Strahlungsquelle zugewandte Seite des photolumineszierenden Materials (**8**) sind zur Erhöhung der Ausbeute bei der Registrierung der Lumineszenzstrahlung mit einer lichtreflektierenden Schicht versehen, vorzugsweise durch eine Beschichtung mit Aluminium, wobei die Verwendung von Aluminium nicht zwingend ist.

In der **Abb. 1** ist eine Meßeinrichtung für eine zweidimensionale Abbildung einer Aktivitätsverteilung dargestellt. Hierbei sind die Löcher des Kollimators alle parallel zueinander angeordnet. Der Winkel  $\alpha$ , das heißt der Winkel zwischen Kollimatorsepten und Kollimatoroberfläche, beträgt 90 Grad. Das Auslesen der Information findet wie oben beschrieben statt.

In der **Abb. 2** ist eine Meßeinrichtung für eine dreidimensionale Abbildung einer Aktivitätsverteilung mit einer Aufnahme dargestellt. Hierbei sind die einzelnen Reihen von Löchern im Kollimator zueinander gekippt angeordnet. Bei jeder zweiten Reihe ( $2n, 2n+2, 2n+4, \dots$ ) ist der Winkel  $\alpha$  kleiner als 90 Grad und entsprechend bei jeder zweiten Reihe ( $2n+1, 2n+3, 2n+5, \dots$ ) ebenfalls kleiner als 90 Grad aber in entgegengesetzter Richtung.

Nachdem die Information in der in **Abb. 2** dargestellten Abbildungseinrichtung akkumuliert und gespeichert wurde, ist ein Auslesen der Information wie oben beschrieben vorgesehen. Hierbei ist wiederum die Leseinrichtung entsprechend auf das Speichermedium, das heißt der Laserfocus auf das spezielle Septenraster, abzustimmen. Durch eine entsprechende Auslesestrategie bzw. anschließend auf elektronischem Wege werden die Information, die durch die jeweils zueinander gekippten Kollimatorreihen entstanden sind, getrennt und aus beiden Informationen kann das dreidimensionale Bild der Aktivitätsverteilung berechnet werden. Die Ortsauflösung wird durch diese spezielle Ausleseprozedur halbiert. Es sei an dieser Stelle noch einmal darauf hingewiesen, daß es sich hierbei um eine tomographische Abbildung mit nur einer Aufnahme handelt.

## Patentansprüche

1. Zweidimensionaler Strahlendetektor zur Registrierung von Gammaquanten oder hochenergetischen Röntgenquanten mit in den Kollimatorschächten eines Kollimators (4) angeordneten photolumineszierenden Material (5), deren Dicke  $x$  so gewählt wird, daß ein genügender Anteil der Strahlung mit dem photolumineszierenden Material in Wechselwirkung treten kann und nach der Strahlenexposition mit Hilfe eines Lichtimpulses zur Lumineszenz gebracht wird, wobei das ausgesandte Licht mit Hilfe eines für diese Wellenlänge empfindlichen Detektors registriert wird und somit das Nutzsignal liefert, wobei der Ort des ausgesandten Lichts die zweidimensionale Registrierung erlaubt.
2. Zweidimensionaler Strahlendetektor nach Anspruch 1, wobei der nicht mit lumineszierenden Material gefüllt Bereich des Kollimatorschachts eine Länge  $y$  aufweist, die so gewählt ist, daß in Kombination mit der Kollimatorlochgröße (1) die gewünschte Auflösung zustande kommt.
3. Zweidimensionaler Strahlendetektor nach Anspruch 1 und 2, wobei ein Laser das mit photolumineszierendem Material gefüllte Kollimatorfeld abrastert und ein Laserimpuls immer nur einen teilweise gefüllten Kollimatorschacht gleichzeitig bestrahlt und die Lumineszenz auslöst.
4. Zweidimensionaler Strahlendetektor nach Anspruch 1, 2 und 3, wobei die Septen (2) des Kollimators, insbesondere dort, wo sich das photolumineszierende Material befindet, mit einer lichtreflektierenden Oberfläche (7) versehen sind.
5. Zweidimensionaler Strahlendetektor nach Anspruch 1 bis 4, wobei das photolumineszierende Material (5) auf der der Strahlenquelle zugewandten Seite mit einer lichtreflektierenden Schicht (8) versehen ist.
6. Zweidimensionaler Strahlendetektor nach Anspruch 1 bis 5, wobei die einzelnen Reihen von Löchern im Kollimator jeweils wechselseitig gegeneinander gekippt sind, so daß mit einer Strahlenexposition die Quellpunkte (6) der Strahlung aus zwei unterschiedlichen Richtungen registriert werden.

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

45

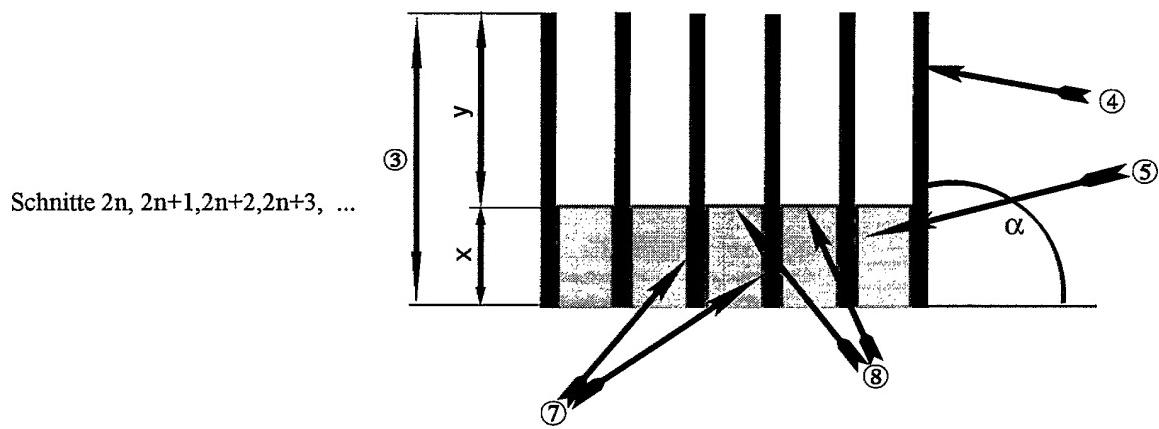
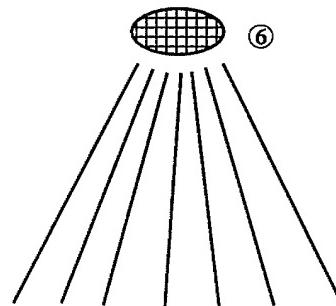
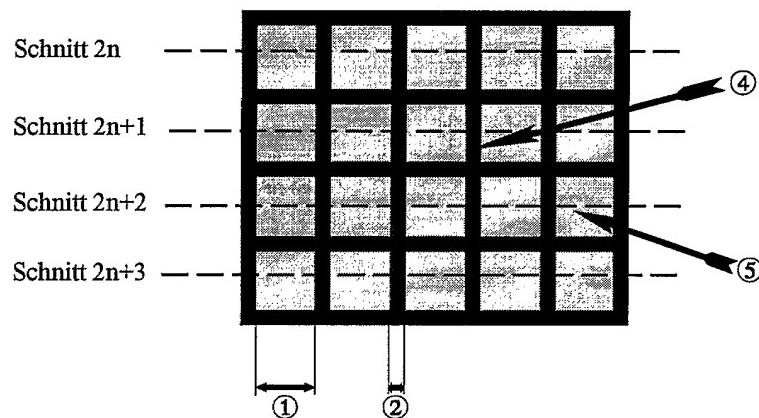
50

55

60

65

**- Leerseite -**

**Abbildung 1**

**Abbildung 2**